المستخلص Abstract

نظرا للتطور الذى حدث فى علم الاتصالات الحديثة قد تعقدت المكالمات الهاتفية اكثر فاكثر واصبح من الواجب العثور على طرق حلها ومنع تداخلها بحيث نحصل على الطرق الامثل لمنع التداخل باقل تكلفة واسهل فهما ومن هنا نبعث فكرة منع تداخل شبكات الهاتف والتى تستخدم عدد الخلايا واختيار القنوات وهوائيات اشعاعية حيث وجد ان طريقة استخدام عدد كبير من الخلايا هى الاعم والاكثر فائدة وذلك لانها تمكن من عمل منع التداخل فى شبكات الهاتف بصورة اشمل وادق وخصوصا عند استخدام اختيار مناسب للقنوات التى تعمل داخل كل خلية مثل الاختيار المدروس للقنوات وتغيير تقسيم التردد وكان محور حديثنا استخدام هذه الطريقة عن طريقة انظمة PCS ونظام GSM مستخدمين هوائيات ذات اتجاهية ، ونرجو من الله ان نكون قد وفقنا الى هذا .

الباب الاول

التقديم

(1-1) هدف المشروع

ان هدف المشروع هو معرفة كيفية التداخل فى شبكات الخليوى والتى تعتبر من اهم الاشياء التى تسبب فشل فى وسائل الاتصالات الحديثة باستخدام خلايا متداخلة .

(1-2) تعريف المعضلة

يتم استخدام الهواتف النقالة فى معظم الاتصالات الحديثة ولذلك يجب دراسة الخلايا المتداخلة التى تكونه لمعرفة طرق منع التداخل الذى يحدث اثناء الاتصال .

(1-3) دواعى دراسة المعضلة

تنتشر شبكات الهاتف الخليوى فى كل مكان وتدعى الشبكات التماثلية وعلى الرغم من الانتشار الكبير .

تظهر هنالك دوما مشاكل تؤدى الى التداخل ثم انقطاع الخط لذلك تم تطوير الشبكات الرقمية لتفادى هذه المشاكل .

(1-4) طريقة العمل

تتالف الشبكات الخليوية من عدة خلايا مناطق يوجد فيها محطة قاعدية خليوية تدعى احيانا محطة مرسل مستقبل قاعدية (BTS BASE TERNS CEIVER ETATION) لتتصل مع الهواتف الخليوية الموجودة حاليا فى تلك الخلية ، عند توصيل الهاتف الخليوى بالطاقة يبحث عن المحطة الفاعلية الاقرب اليه ويتم وصلة الاتصالات الى المحطة القاعدية فى عملية تدعى التسجيل .

يتصل الهاتف الخليوى لاسلكيا مع المحطة القاعدية ، تتالف المحطات من هوائيات مضخمات – مستقبلات – مرسلات ، وتحول موجات RF الى اشارات صوتية وبالعكس .

تضمن المحطات القاعدية نوع من الوصلات التى ترسل الاتصالات فى اتجاهين من الشبكة الخليوية الى مركز التبديل (MSC) وبالعكس .

تستخدم الكابلات البصرية او المرسلات المستقبلات اللاسلكية فى هذه الوصلات يتم ارسال الاتصالات عبر وصلة مكروية بسرعة (Mbps 1.544) .

مراكز التبديل الجوالة هى ادمغة الشبكات الخليوية ، تحتوى الشبكات الخليوية على عدة مراكز تبديل جوالة MSC ، يخدم كل منها الاتصالات مع مجموعة من المحطات القاعدية والخلايا تدعى هذه المراكز احيانا مكتب تبديل الهواتف الجوال (MTSO) .

من بين قواعد البيانات التى ترتبط معها (MSC) هنالك مركز يدعى سجل الموقع الحالى (HIR) يتعقب الموقع الجغرافى لجميع الهواتف الخليوية ضمن منطقة تغطية المركز MSC فى جالة وجود HIR واحد لكل (MSC) .

(1–5) بنية البحث

تطرق هذا البحث الى دراسة الخلايا المتداخلة التى يتالف منها الهاتف الخليوى فى الباب الاول المقدمة ، الباب الثانى مقدمة عن عمل الشبكات ، و الباب الثالث التداخل وادارة التردد فى النظم الخليوية .

الباب الثانى

نظرة عامة على الهواتف الخليوية

(2-1) كيفية عمل الشبكات الخلوية

تتالف الشبكات الخليوية من عدة خلايا . مناطق يوجد فيها محطة قاعدية خليوية تدعى احيانا محطة مرسل مستقبل قاعدية (BTSBASE TEVUSCEIVER STATIOU) لتتصل مع الهواتف الخليوية الموجودة حاليا فى تلك الخلية عند وصل الهاتف الخليوى بالطاقة يبحث عن المحطة الفاعلية الاقرب اليه ويقيم وصلة الاتصالات الى المحطة القاعدية فى عملية تدعى التسجيل تدعى الهواتف الخليوية المنفردة وحدة المشترك الجوال (MSU) او نظام الجوال (MS) .

(2-2) كيفية اتصال الهواتف الخليوية الى الشبكة

يوجد فى الهواتف الخليوية ذاكرة داخلية تدعى وحدة اسناد الرقم (NAM) تتم برمجة هوية الجوال (MIN) فى (NAM) ويحتوى هذا الرقم على رقم الهاتف اللاسلكى رقم يحدث نظام الهاتف الخليوى الذى يعمل معه يدعى المعرف (ID) للنظام او (SID) ومعلومات مثل المزايا التى دفع الزبون من اجلها ويحتوى الهاتف على رقم تسلسلى الكترونى ESN يعرف الهاتف ويساعد على حمايته من السرقة .

عندما تصل هاتف خلوى بالطاقة يستمع الى ما يدعى اشارة الاعياء

اشارة من محطة قاعدية تحتوى على الـ (SID) بالاضافة الى تعليمات الهاتف عن الطريقة المتبعة لتعريف نفسه بالنسبة للشبكة . اذا لم يستطيع الهاتف الخليوى ان يسمع هذه الاشارة يعرض رسالة يخبرك فيها انه غير قادر على الارسال .

حسب موقعه قد يحصل الهاتف الخليوى على اشارات من اكثر من محطة قاعدية واحدة اذا كان الامر كذلك يكشف الاشارة الاقوى ثم يؤلف على المحطة القاعدية التى تاتى منها الاشارة الاقوى يكرر هذه العملية كل مدة زمنية .

(2-3) كيفية استقبال الهواتف الخليوية الاتصالات

عندما يحاول شخص ما ان يتصل بهاتفك الخليوى ، يرسل نظامه طلب الاتصال الى مركز بوابة تبديل الجوال (GMSC) على شبكتك .

يوجد (GMSC) طلب الاتصال الى مركز تبديل الجوال (MSC) .

يوجد (MSC) فى قاعدة بيانات سجل لموقع الحالى (HLR) ويدقق موقع الهاتف الخليوى فيعرف الخلية والمحطة القاعدية التى يجب ارسال طلب الاتصال اليها .

يرسل (MSC) الطلب الى المحطة القاعدية (BS) ثم ترسل المحطة طلب صفحة الى هاتفك الخليوى فى اشارة الاعباء .

(2-4) كيفية عمل الخلايا والتسليم بين الخلايا

تتالف شبكة الهاتف الخليوى من عدد من الخلايا المتداخلة ويوجد فى كل منها محطة قاعدية تخدم الهاتف الخليوى الموجودة فى خليتها وعلى الرغم من رسم الخلايا على الورقة كمرسلات لكنها فى الحقيقة عبارة عن دوائر متداخلة .

تستخدم الشبكة الخليوية عددا محددا من الترددات تدعى القنوات ترسل وتستقبل الهواتف الخليوية البيانات من خلالها ولتحقيق الاستفادة القصوى من هذه الترددات تستخدم شبكات الهواتف الخليوية تقنية تدعى اعادة استخدام التردد ، تذكر ان الاشارات (RF) تضمحل عند انتقالها وتتلاشى بعد مسافة معينة . انما هذه الاشارات تنتقل عبر مسافات محددة .

(2-5) كيفية عمل القنوات الخليوية

تتركب الاشارة المستقبلة والمرسلة الى الهواتف الخليوية من نوعين من القنوات قناة تحكم تدعى ايضا قناة اعلام وقناة الاتصالات تعمل الصوت الى البيانات تتعامل قناة التحكم مع الاحداثيات بالنسبة للشبكة نفسها وقناة الاتصال هى التى تمرر الصوت والبيانات .

ترسل قناة التحكم عدة انواع من الرسائل

النوع الاول : رسائل الاعباء التى ترسل بشكل مستمر رقم هوية النظام للشبكة الخليوية (SID) وانواع اخرى من المعلومات الضرورية للهاتف الخليوى ليتصل بالشبكة .

النوع الثانى : الصفحات ، تنبه الهواتف الخليوية المنفردة وجود اتصال .

النوع الثالث : هو معلومات الوصول وتحتوى على المعلومات الموجهة بين الهاتف والشبكة التى تسمح للهاتف بطلب وصلة .

النوع الرابع : اوامر استار تغير الهاتف الخليوى عن القنوات المحددة التى يجب ان يستخدمها لارسال الصوت والبيانات .

(2-6) فهم الفرق بين الانظمة التماثلية والرقمية

يستخدم الهاتف الخليوى التماثلى قناتين منفصلتين واحدة للصوت واخرى للتحكم .

يمكن لهاتف واحد ان يستخدم القناة نفسه لذلك يحجز الهاتف الخليوى القناة خلال فترة الاتصال .

تختلف الهواتف الخليوية الرقمية والهواتف الخليوية التماثلية ليس فى طريق معاملة القنوات فقط . بل فى العديد من الامور الاخرى ايضا يبدأ الفرق من بداية الطريق عندما يبدأ بالحديث عبر الهاتف عندما تتحدث من خلال هاتف خليوى رقمى . تحول

الالكترونـات الموجـودة ضـمن الهـاتف حـديثك الـى اشـارة رقميـة تحولـه الـى بيتـات وبايتـات .

تضـغط الالكترونـات ايضـا حـديثك باسـتخدام تقنيـة ضـغط الكـلام – يـدع غالبـا بتقنيـة تشـفير الصـوت يقلـل ذلـك مـن حجـم الاشـارة وكلمـا تـم ضـغط الصـوت اكثـر انخفـض جودة الصوت المستقبل اكثر .

تضـاف بتاتـا اضـافية الـى الصـوت الرقمـى بعـض هـذه البتـات مـن اجـل معلومـات الـتحكم ويستخدم بعضها الاخر لتصحيح الاخطاء التى قد تحدث خلال عملية الارسال .

تسـتخدم الهواتـف الخليويـة الرقميـة قنـاة واحـدة فقـط مـن اجـل الـتحكم والاتصـالات يـتم مـزج معلومات التحكم مع الاتصالات .

يمكـن ان تسـتخدم العديـد مـن الهواتـف الخليويـة الرقميـة القنـاة نفسـها فـى الوقـت نفسـه للتحكم والاتصال .

(2–7) فهم الانظمة (PCS)

لا يشـير مصـطلح خدمـة الاتصـالات الشخصـية (PCS) الـى تقنيـة واحـدة ، بـل هـو اسـم عـام للانظمـة الخليويـة الاحـدث التـى تقـوم العديـد مـن خـدمات الاتصـال الخليويـة ، تسـتخدم الانظمـة PCS الطيـف التـردد (MHZ 1900) ان نصـرح عنـه مـن اجلهـا وتسـتخدم الانظمـة الخليويـة الاقـدم – مثـل الانظمـة التمثيليـة ، النطـاق (80) ميغـا هيـرز عادة .

الانظمـة (PCS) هـى انظمـة رقميـة بالكامـل ولا يوجـد معيـار واحـد بالنسـبة لهـا لـذلك يمكنهـا ان تسـتخدم عـدة معـايير وتقنيـات ، بمـا فـى ذلـك الوصـول المتعـدد بتقسـيم الـزمن

(TDMA) الوصـول المتعـدد بتقسـيم الرمـوز (CDMA) والانظمـة العالميـة للاتصـالات الجوالة (GSM) لكى تفهم كيف تعمل هذه التقنيات .

عنـد مقارنـة الاتصـالات (PCS) فـى النطـاق (1900) ميغـا هيـرز مـع الاتصـالات الخليويـة فـى النطـاق (800) ميغـا هيـرز يجـب ان نتـذكر ان التـرددات (RF) الاعلـى لا تسـتطيع الانتقـال الـى مسـافات كـالترددات (RF) الادنـى التـى تملـك الاسـتطاعة نفسـها . يجـب زيـادة اسـتطاعة الاشـارة (RF) ذات التـرددات الاعلـى لكـى تنتقـل الـى المسـافة نفسها كالاشارة (RF) ذات التردد الادنى .

تحديـد لجنـة الاتصـالات الفيدراليـة (FCC) مسـتويات الاسـتطاعة للمرسـلات الخليويـة ، لـذلك يجـب ان تملـك الشـبكات (PCS) ابراجـا وخلايـا اقـرب الـى بعضـها مـن الشـبكات الخليوية (800) ميغا هيرز .

تقـدم الشـبكات (PCS) عـدد مـن خـدمات الاتصـالات لا تقـدمها الشـبكات الخليويـة الاقـدم علـى سـبيل المثـال تقدمـه الرسـائل القصـيرة (SMS) التـى تسـمح بارسـال الرسـائل النصـية بين الهواتف الخليوية بالاضافة الى الوصول الى الانترنت والمزايا الاخرى

(2-8) النظام العالمى للاتصالات اللاسلكية

Global System For Mobile Cimmunication (G S M)

النظـام العـالمى للاتصـالات اللاسـلكية (G S M) هـو نظـام معتمـد لتشـغيل شـبكات الاتصـالات اللاسـلكية ويعمـل علـى الميكروبـر سيسـور الخـاص بـاجهزة الجـوال التـى تعمـل علـى نظـام (G S M) كمـا ان هنـاك نظـام تشـغيل اخـر هـو (IS 136) ويمكـن تشبيه انظمة تشغيل الجوال بانظمة تشغيل الكمبيوتر مثل الويندوز واللينكس .

يقوم نظـام الـ G S M علـى تشـفير البيانـات المرسلة بواسـطة الجـوال لتحقيـق اقصـى درجـة مـن الامـان وتعمـل علـى تـرددات مـن 900 ميغـا هيـرز الـى 1800 ميغـا هيـرز فـى

كل من اوربا واسيا بينما تعمل على ترددات من 850 الى 1900 هيرز فى الولايات المتحدة الامريكية .

يعتبر نظام الـ G S M نظام عالميا للاتصالات اللاسلكية حيث انه ينتشر فى مختلف دول العالم حيث يمكن شراء جوال فى اى مكان فى العالم واستخدامه فى اى دولة تعتمد هذا النظام .

مستخدمى الـ G S M يحصلوا على شريحة الاتصال التى تعرف باسم SIM اى وحدة تعريفه بهوية المشترك وهى ذاكرة كمبيوتر يتم تثبيتها فى الجوال ويتم تخزين كل البيانات اللازمة للاتصال وارقام التعريف اللازمة للسماح بالدخول لخدمات الجوال المقدمة من الشركة التى حصلت منها على شريحة SIM .

(2-9) البنية الداخلية للهاتف الخليوى

شريحة المبدل تمثيلى الى رقمى وشريحة المبدل رقمى تمثيلى وتأخذ شريحة المبدل تمثلية الى رقمى الاشارات التمثيلية من الميكروفون وتحويلها الى اشارات رقمية يجب معالجتها فى الهاتف قبل ارسالها .

معالجة الاشارة (DSP) يقوم بضغط وفك الاشارة الرقمية التى يرسلها ويستقبلها الهاتف .

الشريحة (ROM) وشريحة الذاكرة (FRASH) تحتوى على جميع الكترونات الهاتف وعلى معلومات مثل الهاتف ، الاتصالات الخاصة بك .

البطارية : تغذى الهاتف بالكهرباء . الدائرة الكهربية تحتوى على جميع الكترونيات الهاتف ، المضخمات تضم الاشارات المستقبلة من الهواء والاشارات التى يجب ان يرسلها الهوائى .

المعـالج مركـز الاوامـر فـى هاتفـك ، انـه دمـاغ الهـاتف ، يقـوم بنقـل المعلومـات مـن والـى المفـاتيح وجهـاز العـرض ويوجـه عمـل جميـع الالكترونيـات والشـرائح الموجـودة فـى الـدائرة الكهربية كما يحتوى على المنطق والذكاء الموجودين فى الهاتف .

المايكروفون ياخذ صوتك ويحوله الى اشارات كهربية تماثلية .

مكبر الصوت يغير الاشارات ضمن الهاتف الى اصوات يمكنك ان تفهمها

(2–10) كيفية عمل القنوات الخليوية

تتركب الاشارة المستقبلة والمرسلة الى الهواتف الخليوية من نوعين من القنوات .

قنـاة تحكـم تـدعى ايضـا قنـاة اعـلام وقنـاة الاتصـالات تحمـل الصـوت الـى البيانـات . تتعامـل قنـاة الـتحكم مـع الاحـداثيات بالنسـبة للشـبكة نفسـها وقنـاة الاتصـال هـى التـى تمـرر الصوتا والبيانات .

ترسل قناة التحكم عدة انواع من الرسائل :

النـوع الاول : رسـائل الاعبـاء التـى ترسـل بشـكل مسـتمر رقـم هويـة النظـام للشـبكة الخليويـة (SID) وانواع اخرى من المعلومات الضرورية للهاتف الخليوى ليتصل بالشبكة .

النوع الثانى : الصفحات تتبعه الهواتف الخلوية المنفردة وجود اتصال .

النـوع الثالـث : فهـو معلومـات الوصـول تحتـوى علـى المعلومـات الموجهـة بـين الهـاتف والشبكة التى تسمع للهاتف بطلب وصلة .

النـوع الرابـع : اوامـر اسـناد القنـاة تخبـر الهـاتف الخليـوى عـن القنـوات المحـددة التـى يجـب ان يستخدمها لارسال الصوت والبيانات .

الباب الثالث

التداخل وإدارة التردد في النظم الخليوية

(1-3) مقدمة

اعتمد تطور نظام الهاتف الخليوي المتنقل في البداية على القياسات العملية للانتشار الكهرومغناطيسي بين هوائيات مرتفعة في مراكز الخلايا وهوائيات مقامة على سطح المركبات المتنقلة .وقد صاحب هذه القياسات العملية تطورات نظرية كثيرة مما أسهم في تطور خواص الانتشار الموجي في النطاق الترددي

(800-900 MHz) ومع تغيير مناسب في البارمترات الخاصة بالهوائيات والتردد أمكن فهم طبيعة الانتشار في الأوساط الخليوية في كل النطاق الترددي بالغ العلو(300 MHz-3 GHz)

ويستخدم نظام الراديو المتنقل هوائيات في مركز الخلية يكون لها ارتفاع مناسب بحيث تغطي مسافة R تصل إلى حوالي 20 كيلو متر من مركز الخلية .

الهاتف النقال او الهاتف الخلوى او الهاتف الجوال هو احد اشكال ادوات الاتصال الذى يعتمد على الاتصال اللاسلكى عن طريق شبكة ابراج البث الموزعة ضمن مساحة معينة مع تطور اجهزة الهاتف النقال اصبحت الاجهزة اكثر من مجرد وسيلة اتصال صوتى اصبحت تستخدم كاجهزة كمبيوتر للمواعيد واستقبال البريد الالكترونى واصبحت احد وسائل الاعلام .

(2-3) التداخل على نفس القناة :(COCHANNEL INTERFERENCE)

اعادة استخدام التردد على القنوات في خلايا مختلفة في النظام يمكن أن يصبح مشكلة رئيسية إذا لم يتم دراسته بدقة في كل أجزاء النظام .

ويكون المطلوب هنا هو تعيين اصغر مسافة لإعادة استخدام التردد مع تقليل التداخل بين القنوات التي تستخدم نفس التردد.

وبافتراض تساوي كل مسافات الخلايا يمكن أن نستنتج أن القوة المرسلة تكون ثابتة في كل الخلايا وبالتالي فإن الثابت يكون ثابتاً إلى أن يصبح التداخل غير معتمد على قدرة الإرسال في كل خلية.

(3-3) نسبة الإشارة إلى التداخل باستخدام هوائيات ذات نماذج اشعاعية متساوية في كل الاتجاهات :

في هذا الفصل نعتبر الهوائيات المستخدمة في المركبات وفي مراكز الخلايا لها نماذج اشعاعية (radiaition patterns) تتوزع بالتساوي في كل الاتجاهات الأفقية وبالتالي فإن للثابت متساوية لها كلها . هذا بغرض أنها تشع نفس القدرة في كل الخلايا وهنا يجب اعتبار حالتين هما

مستوى الإشارة إلى التداخل كما يراها جهاز استقبال المركبة المتحركة.

مستوى الإشارة إلى التداخل كما يراها جهاز استقبال مركز الخلية.

(4-3) تقليل التداخل على نفس القناة :

(cochannel interference reduction)

يمكن تقيل التداخل على نفس القناة في نظام الاتصال الخليوي باستخدام أحد الوسائل الآتية :

استخدام عدد كبير من الخلايا (N)في الكتلة الأساسية .

اختيار مناسب للقنوات التي تعمل داخل كل خلية .

استخدام هوائيات ذات نماذج اشعاعية تعمل في قطاعات .

استخدام ما يعرف بالنغمة السماعية المشرفة (SAT)وهي اختصار لكلمة (supervisory Audio Tone)وذلك بملازمة القناة التي توجد قنوات قريبة منها وتستخدم نفس التردد.

الاستقبال المتنوع أنه بزيادة عدد الخلايا (N)في الكتلة الاساسية تزداد المسافة D وبالتالي يقل مستوى التداخل . ولكن بزيادة (N)نجد أن قدرة المرور تنخفض ، ويقصد بقدرة المرور امكانية التعامل مع عدد كبير من المكالمات قبل أن تنخفض قيم (C/I) للحد الأدنى للنظام .

والطريقة الثانية المستخدمة بكفاءة لتقليل تداخل القناة المشتركة في نفس التردد هو الاختيار المدروس للقنوات . فمثلاً يمكن تغيير تقسيم التردد بحيث يكون هذا النوع من

التداخل اصغر ما يمكن وخاصة في ساعة الذروة . وهذا معناه إعادة توزيع القنوات داخل نظام السبع خلايا مثلاً بحيث يكون التداخل داخل القناة أصغر ما يمكن .

كما ذكرنا من قبل نجد أنه بزيادة (N) تقل عدد القنوات في الخلية الواحدة وبالتالي تقل كفاءة النظام في تطبيق نظام إعادة استخدام التردد . لذلك فقد وجد أنه من المناسب بدلاً من زيادة (N) أن تستخدم هوائيات ذات اتجاهية (directional).

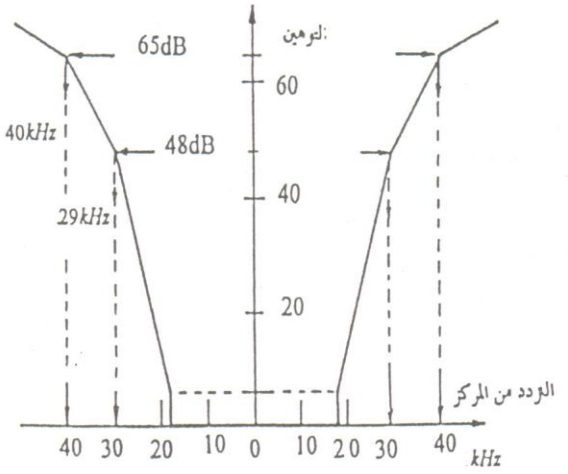
(5-3) نسبة تداخل القريب – إلى – البعيد :

يتبين من الفقرة السابقة أن القدرتين اللتين تصلا إلى مركز الخلية من وحدتين متنقلين تقعان على بعد d1 وd2 من المركز تتفاوتان حسب التفاوت بين d1 وd2 ويعتمد التفاوت على r أيضاً . هذا التفاوت ويسمى نسبة القريب إلى البعيد . مثلاً إذا كانت (r=4 d2=6km, d1=1km) تكون هذه النسبة بالديسبل هي

$$10 \log [{}^{6}/_{1}]^{4} \cong 36 \ 1dB$$

هذا يعني أن القدرة من الواصلة من الوحدة المتنقلة القريبة هي أعلى بمقدار 36.1dB من القدرة التي تصل من الحدة البعيدة – فإذا كانت مواصفات جهاز الاستقبال توهن القناة الأقرب بمقدار dB 65 تكون قدرة التداخل من هذه القناة أقل بمقدار -56 36.1=29dB من الإشارة المراد استقبالها . يمكن توضيح هذا بالاستعانة بشكل 3-7 وهو يعطي قناع الاختيارية لجهاز الاستقبال في مركز الخلية في النظام القياسي (AMPS) ومنه يتضح أن قناة التداخل القريبة من مركز الخلية والتي لها قدرة أعلى عند جهاز استقبال هذا المركز يتم التغلب عليها عن طريق خواص

ي مدخل جهاز الاستقبال



شكل 2 - 7 منحنى الاختيارية لمرحلة ما قبل الكشف في جهاز استقبال AMPS

(6-3) الهاتف اللاسلكي الخليوي :

يتكون نظام الهاتف اللاسلكي الخليوي من ثلاث قطاعات رئيسية . أولها هي أجهزة الهاتف المحمولة المتحركة وكل منها عبارة عن جهاز استقبال وإرسال صغير الحجم ووزنه لا يزيد عن (350gm) شخص بدون مركبة أو في مثل حجم كاسيت السيارة مركبة متحركة .وثانيها هو مجموعة من المحطات اللاسلكية الثابتة يوضع كل منهما بالقرب من برج يتم تركيبة فوق إحدى المباني العالية وتغطي كل محطة مساحة محددة تسمى خلية cell وثالثهما هو مركز التحكم الرئيسي (MTSO) اختصار لكلمة (MOBILE) TELEPHONE SWITC HWCOFFICE)) وهو يرتبط بين مراكز خلايا النظام ويعمل على تنظيم الاتصالات بين الخلايا بحيث يمكن لأي مشترك داخل نطاق النظام أن يتصل بأي شخص داخل نفس النظام . ويعمل مركز التحكم الرئيسي كذلك يربط النظام الخليوي والمتحكم المركزي (CO)الخاص بالهواتف السلكية

مما يؤدي إلى أن يصبح النظام الخليوي مترابط مع شبكة الهواتف داخل الدولة وبالتالي بشبكة الهواتف العالمية .

(7-3) جودة أداء النظام :

(System perfor mance quality)

يمكن وصف فعالية أداء نظام الهاتف الخليوي بواسطة ثلاثة عوامل اساسية هي : جودة الصوت ، جودة الخدمة الآلية وأخيراً الخدمات الخاصة .

أولاً: جودة الصوت (voice Quality)

جودة الصوت تمثل وصف موضوعي يرجع إلى رأي المشترك نفسه وبالتالي فإن نظام الهاتف الخليوي لا بد من أن يحقق مطالب المشتركين من حيث جودة الصوت بينهم ، وهذه الجودة تقاس بعمل استجواب أو استفسار بين المشتركين أنفسهم مع وضع معايير لجودة ونوعية الصوت وهي كالآتي:

درجة 5 ممتاز : الصوت نقي وواضح ومفهوم .

درجة 4 جيد : الصوت مفهوم مع بعض الضوضاء .

درجة 3 معقول : الصوت مفهوم بعد بعض الجهد وقد يطلب أحد الطرفين إعادة الكلام حتي يتمكن من فهم ما قاله الطرف الآخر.

درجة 2 ضعيف : لا يمكن فهم الكلام إلا بعد جهد شاق وتكرار

درجة 1 راسب : لا يمكن فهم الكلام

وكلما زادت نسبة المشتركين الذين يدلون بأصواتهم على الدرجتين 4 و5 ترتفع جودة النظام وبالتالي يرتفع سعر تكلفة النظام وكذلك قيمة الاشتراك للمشترك.

ثانياً : جودة الخدمة : (service Quality)

جودة الخدمة التي يقدمها الهاتف الخليوي يمكن شرحها في مجموعة النقاط ، نذكر منها التغطية، ونوعية الخدمة، ومعدل سقوط المكالمات .

a التغطية (coverage)

ويقصد بها تغطية النظام الهاتفي لأكبر مساحة ممكنة بالموجات اللاسلكية وخاصة في أماكن التضاريس الوعرة . ولا نتوقع ان تكون التغطية كاملة في كل خلايا النظام وإنما يراد أن تكون المناطق غير المغطاة داخل أي من الخلايا أصغر ما يمكن . ويمكن تحقيق هذا الوضع بزيادة قدرة أجهزة الإرسال الثابتة والمتحركة إلا أن هذا يسبب صعوبة في التخلص من التداخلات . لذا فقد اصطلح على أن تكون التغطية في حدود 90% في المناطق ذات التضاريس المستوية وفي حدود 75% في المناطق ذات التضاريس الوعرة على أن تكون جودة الصوت ما بين جيد وممتاز لحوالي 90% من أصوات المشتركين الذين يدلون برأيهم عن جودة الصوت في هذا النظام.

b نوعية الخدمة

في النظام الهاتفية نوعية الخدمة بعامل احتمال قطع المكالمة وهذا العامل في النظام الخليوي الهاتفي الجيد في حدود 0.02% خلال ساعة الذروة ، وهذه القيمة متوسطة وقد تقل أو تزيد داخل بعض الخلايا في تقاطع الطرق على أبواب المدينة حيث يكون

المـرور ثقـيلاً وخاصــة فــي ســاعة الـذروة . وقـد تصـل نسـبة احتمـال قطـع المكالمــة إلــى 2% فـي بعـض هـذه الأحـوال . ويمكـن التغلـب علـى هـذه الصـعوبة بزيـادة عـدد القنـوات وبالتخطيط الدقيق عند بدء تصميم النظام.

C معدل سقوط المكالمات (CALL DROPPING)

إذا كـان متوسـط عـدد المكالمـات التـي تجـري خـلال سـاعة زمنيـة واحـدة هـو (M) مكالمـة وهنــاك احتمــال أن تســقط إحــدى هــذه المكالمــات أي ينقطــع الاتصــال ليصــبح عــدد المكالمـات M-1 يقـال فـي هـذه الحالـة أن معـدل سـقوط المكالمـات هـو1/M هـذا المعـدل يجـب أن يكـون أصـغر مـا يمكـن . والسـبب فـي سـقوط المكالمـات قـد يرجـع إلـى تغطيـة غير كاملة لكل الأماكن أو بسبب حدوث خلل في نظام المناولة (Hand off) .

ثالثاً : خدمات إضافية (Exema services)

يمكـن لنظـام الهـاتف الخليـوي أن يـؤدي خـدمات خاصـة حسـب الطلـب ويكـون هـذا علـى حسـاب السـعر الكلـي للنظـام . هنالـك خـدمات خاصـة عديـدة نـذكر منهـا خـدمات اتبعنـي (follow me)أو اختـزان المكالمـات voice store وهكـذا يمكـن للمشـترك أن يستفيد من هذه الإمكانيات بزيادة قيمة الاشتراك.

(8-3) ملامـح رئيسـية فـي أنظمـة الهـاتف الخليـوي : (fmain featuers in cellular talepheny systems)

يتميز نظام الهاتف الخليوي بملامح رئيسية يمكن شرحها في النقاط التالية :

A الوسط الذي تنتشر فيه الموجات

تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية بين أجهزة الاستقبال والارسال في أواسط هي عبارة عن الطرق والميادين والمناطق السكنية .. وهكذا وهذه لها خواص مميزة في التأثير على الانتشار الكهرومغناطيسي في أنظمة الاتصالات الخليوية ، ويتزايد الفقد الموجي بزيادة كلا من التردد والمسافة بين مركز الخلية والمشترك المتحرك . فإذا افترضنا أن ارتفاع هوائي مركز الخلية هو في حدود من 30 وحتى 100 متر وارتفاع هوائي المركبة 3 أمتار وأن المسافة بينهما هي 2 كلم أو أكثر فإن الاشارة الكهرومغناطيسية الواصلة من وإلى المركبة تصل على أقل تقدير عن طريقتين : أحدهما مباشر والآخر نتيجة للانعكاسات المتتالية من المباني حول المركبة . نتيجة لهذا الوضع فقد وجدبالقياس العملي أن الفقد حوالي 40 ديسيبل لكل عشاري dB/decad 40 وهذا معناه أن هناك فقد في حدود 1:10 في القدرة التي يستقبلها جهاز ارسال المركبة عندما تتحرك مسافة مقدارها كيلو متر واحد إلى مسافة مقدارها 10 كيلو مترات من مركز الخلية . وهذه الأرقام المقاسة عملياً تدل على شدة المجال الكهرومغناطيسي تتناسب عكسياً مع مربع المسافة وهذا يمثل خبوا شديد . إذ يلاحظ أن الخبو الكهرومغناطيسي للقدرة المغناطيسية في الفراغ يكون بعدل decade / dB 20 وتتناسب هذه القدرة مع مربع المسافة في المنبع ، وقد تم التحقق من هذه الأرقام داخل المدن الكبرى في الولايات المتحدة الأمريكية واروبا واليابان وقد حققت مدينة نيويورك أعلى خبو بين كل المدن فقد وصل إلى decade / dB 48 وهذا يرجع المباني العالية المصنوعة من مواد معينة .

B الضوضاء الكهرومغناطيسية في المدى الترددي لنظم الاتصالات الخليوية

الضوضاء الحراري الناتج عن درجة الحرارة العادية k 290 وهذه تناظر c 17 وعلى اتساع المدى الترددي لقناة هاتف لاسلكي من النوع التشابهي analog وهي 30kHz وتعطى مستوى قدرة ضوضائية .

KTB=1.381X 10 290 30000

=1.20X10 WATT

وهذه تناظر قدرة بمقياس dBm مقدارها في حدود 129.2- فإذا أضفنا لهذه القدرة الضوضائية عند التردد الموجي الذي يحمل المعلومات وهو في حدود 900MHZ وهذه القدرة الضوضائية في حدود 94dBm-

وينتج عن مرور حوالي 1000 سيارة في الساعة الواحدة من جهاز الاستقبال نجد أن الضوضاء الكلية في جهاز الاستقبال تصبح في حدود 94dBm- أي حوالي 4X10 watt وهذا الرمز يؤخذ في الاعتبار عند تصميم نظام الهاتف الخليوي ، إذ لا بد أن تكون قدرة الإشارة التي يستقبلها جهاز الاستقبال المتحرك أو الثابت أكبر من الرقم المذكور بعشرات المرات حتى يتم الاستقبال.

(3-9) تخطيط شبكة النظام الخليوي:

يعتمد نظام الهاتف اللاسلكي الخليوي على التركيز في ما يعرف بإعادة استخدام التردد reuse fegueucy وبناء علية يجب إعادة استخدام القنوات المتاحة داخل المدى الترددي الكلي المختص للنظام.ويعطى النظام (AMPS)خطة واضحة للتطبيق

(10-3) ملامح النظام :(AMPS)

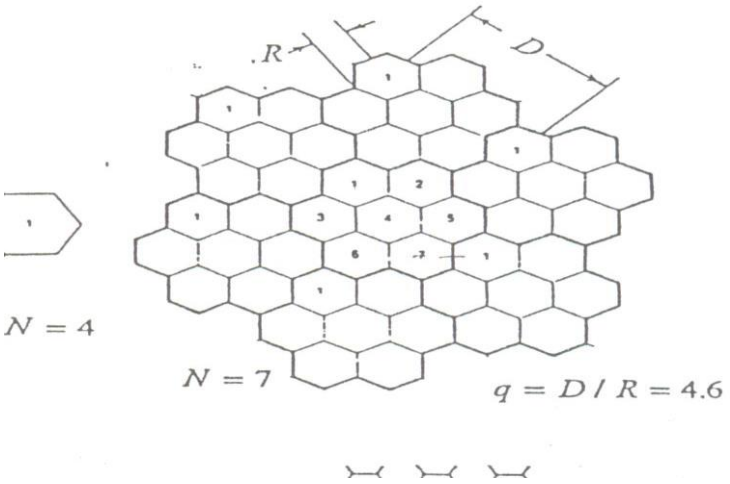
في الأساس هذا النظام تم تخطيطه على أن يعطي ما يعرف بالهاتف الأرضي المتحرك للمشترك في سيارته الخاصة وكذلك الخدمة الهاتفية العامة على أساس تجاري اقتصادي مثل استخدام الأفراد والسيارات العامة والقطارات . ونظراً لمعرفتنا السابقة عن الأوساط التي تنتشر فيها الموجات الكهرومغناطيسية اللاسلكية أمكن التنبؤ بتأثير هذه الأوساط على جودة الخدمة للنظام ، لذلك يجب استعراض العوامل المؤثرة التي تؤثر على جودة الخدمة والعمل على زيادة فعالية نظام الهاتف الخليوي.

(11-3) شكل الخلية

يجب أن نذكر منه البداية أنه الشكل الهندسي للخلايا كونه مثلثات متساوية الإضلاع أو مربعات أو مسدسات هو محض اختيار مصطنع لا يمكن تحقيقه في الواقع .

وقد اعتمد المهندسون الشكل السداسي (Hexagon) للخلايا لأنها تتقرب من الشكل الدائري والذي تمثل تغطية القدرة الكهرومغناطيسية ضد أي مرسل .

السبب تفضيل الشكل السداسي على الدائري هو تواجد مناطق تداخل بين الدوائر المتاخمة عندما يراد أن تغطي هذه الدوائر منطقة فاعلية النظام الهاتف الخليوي.



(12-3) طرق تعيين القنوات اللاسلكية

(Channel Assignment schemes)

يعتبر التداخل على نفس القناة من أهم العوامل التي تؤثر على سعة النظام وتعتمد الفكرة الأساسية لطرق تعيين القنوات اللاسلكية على استغلال عامل الفقد في قدرة الإشارة نتيجة لانتشارها مسافة ما في الحد من نسبة الإشارة – إلى– التداخل لزيادة سعة النظام . وهناك عدة طرق لتعيين القنوات أهمها: التعيين الثابت والتعيين المتغير والتعيين المختلط.

في طريقة التعيين الثابت تخصص مجموعة قنوات بصفة دائمة لخلية ما في النظام. ولكن نفس المجموعة يعاد استخدامها من خلايا أخرى تبعد عن هذه الخلية وعن بعضها بمسافة كافية للحد من التداخل على نفس القناة. وإذا كانت كل القنوات المخصصة لخلية معينة مشغولة في القنوات المجاورة – هذا يعتبر عيباً في طريقة التعيين الثابت – ويتم اختيار عدد القنوات المخصصة لخلية معينة بناء للتقسيم ذات

N=7 النـوع الأول حصـلنا علية والنـوع الثـاني بجعـل الزاويـة 0n0 فـي اتجـاه عقـارب الساعة.

ويلاحـظ أن المسـافة بـين خليتـين مسـد سـتين لهمـا نفـس الـرقم يطلـق عليهـا D ويمكننـا كتابة العلاقة الآتية :

علـى كثافـة مـرور المكالمـات فـي هـذه الخليـة فـي سـاعة الـذروة بحيـث يكـون احتمـال رفض المكالمة أقل من قيمة معينة 2% مثلاً.

وفـي طريقـة التعيـين المتغيـر تـودع كـل القنـوات فـي مسـتودع مركـزي بحيـث تكـون كـل قنـاة متاحـة فـي أي خليـة. وللحـد مـن التـداخل علـى نفـس القنـاة يجـب أن تكـون كـل المعلومـات عـن القنـوات المسـتخدمة فـي كـل الخلايـا محـددة ومعروفـة لـدى مكتـب التحويـل الـذي يعـين القنـوات لكـل الخلايـا. وقبـل أن يعـين هـذا المكتـب قنـاة مـا لخليـة بهـا طلـب إجـراء مكالمـة يجـري عمليـة البحـث بالحاسـب الآلـي للتأكـد مـن أن هـذا التعـين لـن يـؤدي إلـى تـداخل علـى نفـس القنـاة. فـإذا تحقـق هـذا الشـرط يـتم تعيـين هـذه القنـاة للخليـة وإلا تعـاد عمليـة البحـث عـن قنـاة أخـرى وهكـذا وبـذلك تسـتلزم طريقـة لتعيـين المتغيـر الحصـول علـى كميـة معلومـات كبيـرة ومعالجتهـا فـي وقـت قصـير فـي الحاسـب الآلـي الموجـود بمكتـب التحويـل. ولكـن هـذه الطريقـة تعطـي قيمـة أقـل لاحتمـال رفـض المكالمـة بالمقارنة بطريقة التعيين المتغير كما سيأتي تفصيله فيما بعد.

(13-3) مميزات الهاتف الخليوي

الاتصال بالآخرين ورؤيتهم .

يمكن إرسال الرسائل القصيرة لأي مكان في العالم

التسلية بالألعاب .

الاستماع إلى الام بي ثري والأغاني .

زيادة سعة الشبكة أي زيادة عدد المشتركين في الشبكة .

الباب الرابع

(4-1) الخلاصة

أن الاتصالات الخليوية وفرت للمستخدم عدة مزايا منها خصوصية المكان والزمان في إجراء المكالمات .يهدف إلى ما توصلنا إليه من حل مشكلات تداخل اشارة الهاتف الخلوي ومنعها من التداخل باستخدام أساسيات وعوامل مساعدة.

وزادت منه سرعة وأمان المعلومات أثناء المكالمة . يتناول الباب الأول مقدمة عن نظام الاتصال الخليوي

(2-4) المناقشة

مما سبق نخلص إلى أنه حتى تعمل شبكة الهاتف الخليوي بكفاءة حتى يكون المستخدمين (customers) راضين عن أداء النظام وجودة الخدمة يجب مراعات الحد الأدنى للتداخل المسموح به لكل خلية .

كما يجب تخطيط الشبكة جيداً وتقسم القنوات على الخلايا باستخدام الاستراتيجية المناسبة مع الوضع المناسب (channel Assignment) توصى بأخذ قرارات عملية لمستوى الطاقة في جزء من أجزاء الخلية لمعرفة عامل التوهين الحقيقي لكل منطقة جغرافية مختلفة حتى يتسنى لنا بعد ذلك تصميم حجم الخلية المثالي للمنطقة المعينة.

كما يجب قلة احتمالية التداخل وحل تعقيد النظام.

(4-3)الخاتمة

تم استخدام طرق واساليب لمنع التداخل على شبكات الهاتف الخلوى وذلك عن طريق استخدام عدد من الخلايات يقوم بزيادة عدد الخلايا (N) بعدد كبير وتقليل عدد القنوات

فـى الخليـة الواحـدة وتـم منـع التـداخل بالطريقـة المثاليـة فـى اختيـار مناسـب للقنـوات وتغييـر التردد واستخدام هوائيات اتجاهية تعمل على تردد معين .

الملاحق

AMPS	Advanced Mobile phone Service
PCS	Personal Communication Services
MSU	Mobile Subscriber Unit
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Switching Center
RF	Radio Frequency
HLR	Home Location Register
MTSO	Mobile Telephone Switching Office
MIN	Mobile Identification Number
ESN	Electronic Serial Number
GMSC	Gate Mobile Switching Center
BS	Base Station
DSP	Digital Signal Processing
SMS	Short Message Service
FM	Frequency Modulation
CO	Central Office
SAT	Supervisory Audio Tone
SIM	Subscriber Identity Module
GSM	Global System Mobile
MSC	Mobile Switching Center

المراجع

1. How stuff work.com
2. الهوائيات وانتشار الموجات – المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني – المملكة العربية السعودية .
3. Eetindia.coin
4. Work stracture cericssoin .
5. Gsm net work .